

IMPLEMENTASI METODE FUZZY LOGIC UNTUK SISTEM Pengereman ROBOT MOBILE BERDASARKAN JARAK DAN KECEPATAN

Hardin Syah Nasution¹, Akhmad Jayadi², Rikendry³

¹²³Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia
Jl. Z.A. Pagar Alam No.9-11, Labuhan Ratu, Bandar Lampung, Lampung
hardin_syah_nasution@teknokrat.ac.id¹

Abstract

The accident rate of motor vehicle users in Indonesia, especially cars, has increased every year. This is due to several factors, one of which is the physical condition of the vehicle such as less than optimal braking. The condition of the brakes is important for cars to avoid and anticipate accidents. A system that is able to control braking is needed to work optimally. This research was conducted by making a car braking control system that is applied to a robot car as an object of implementation to produce an optimal braking control system. The author uses an Arduino which is connected to an ultrasonic sensor HC-SR04 and a rotary encoder sensor to detect the distance and wheel speed as input which produces an output that is forwarded to the DC motor in the form of braking. The method applied in this research is a fuzzy logic control system to process sensor data which is forwarded to the motor. Fuzzy logic processes data with a fuzzification process, rule base, and produces a defuzzification value. The rule base becomes a reference in processing the distance and speed input values that have been divided based on the fuzzy set, namely the speed is divided into fast, medium, and slow, as well as the distance set, namely short, medium, and far distances. From the rule base, it will produce the braking value of the mobile robot with conditions of stopping, slow, and very slow.

Keywords: *Arduino, Fuzzy Logic, Mobile Robot, Rotary Encoder Sensor, Ultrasonic*

Abstrak

Tingkat kecelakaan pengguna kendaraan bermotor di Indonesia, khususnya mobil, mengalami peningkatan pertahunnya. Hal ini diakibatkan beberapa faktor salah satunya kondisi fisik kendaraan seperti pengereman yang kurang optimal. Kondisi rem menjadi hal penting bagi mobil untuk menghindari dan mengantisipasi terjadinya kecelakaan. Diperlukan sistem yang mampu mengendalikan pengereman agar bekerja secara optimal. Penelitian ini dilakukan dengan membuat sistem kendali pengereman mobil yang diterapkan pada mobil robot sebagai objek implementasi untuk menghasilkan sistem kendali pengereman yang optimal. Penulis memanfaatkan arduino yang terhubung dengan sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor encoder rotary untuk mendeteksi jarak dan kecepatan roda sebagai input yang menghasilkan output yang diteruskan ke motorDC berupa pengereman. Metode yang diterapkan pada penelitian ini yaitu system kendali fuzzy logic untuk memproses data sensor yang diteruskan ke motor. Fuzzy logic mengolah data dengan proses fuzzifikasi, rule base dan menghasilkan nilai defuzifikasi. Rule base menjadi acuan dalam memproses nilai input jarak dan kecepatan yang telah dibagi berdasarkan himpunan fuzzy yaitu kecepatan dibagi menjadi cepat, sedang, dan lambat, begitu juga dengan himpunan jarak yaitu jarak dekat, sedang, dan jauh. Dari rule base tersebut akan menghasilkan nilai pengereman mobile robot dengan kondisi berhenti, lambat dan sangat lambat.

Kata kunci: *Arduino, fuzzy logic, mobile robot, sensor rotary encoder, sensor ultrasonik*

1. PENDAHULUAN

Kondisi rem menjadi bagian penting mobil yang berfungsi mengatur laju kendaraan dengan mengurangi putaran roda sehingga dapat dikendalikan dengan aman dan stabil. Sistem kendali rem mobil terdapat beberapa komponen yaitu pedal rem, tapak rem, piringan cakram dan juga selang hidrolik yang masing-masing bekerja untuk menghasilkan pengereman yang optimal sesuai kebutuhan kendaraan [1]. Sistem rem yang bekerja secara manual yang dimana pengemudi harus selalu menginjak rem, terkadang membuat pengemudi lalai dan kurang mengantisipasi situasi menjadi sebab kecelakaan karena kurang sigapnya pengemudi dalam melakukan pengereman dan juga menjaga jarak dengan kendaraan didepannya [2]. Permasalahan pengereman mobil ini menjadi dasar bagi penulis untuk melakukan penelitian yang berfokus pada sistem pengereman yang bekerja secara otomatis dengan menggunakan sistem kendali didalamnya. Penelitian sistem pengereman ini diaplikasikan pada *mobile robot* sebagai *prototype* dengan memanfaatkan teknologi yang ada. Sistem kendali yang proporsional tidak lepas dari pengaruh nilai kecepatan konstan [3].

Logika boolean telah banyak digunakan, namun terdapat kekurangan karena Boolean hanya mampu membagi menjadi 2 kondisi yaitu 0 dan 1 terhadap suatu keadaan. Kekurangan ini kemudian dipecahkan dengan menerapkan logika fuzzy yang memiliki rentang kondisi 0 hingga 1 sehingga sebuah keadaan bisa dikembangkan dengan beberapa kondisi atau lebih dari 2 kondisi [4]. Logika Fuzzy adalah suatu pendekatan komputasi berdasarkan derajat kebenaran yang biasanya dinyatakan benar atau salah / 1 atau 0 [5]. Penerapan logika fuzzy telah dilakukan pada penelitian [6] untuk pengontrolan system elevator. Sedangkan penerapan logika fuzzy terhadap *mobile robot* pada penelitian [7] sebelumnya hanya berfokus pada 1 variabel jarak sebagai himpunan input dan selisih (error) jarak sebagai himpunan keluaran (output) untuk menentukan arah gerak yang harus ditempuh bukan untuk pengereman saat itu juga. Sehingga menurut penulis hal ini kurang efektif karena tidak adanya pengereman yang sesuai dengan kebutuhan berdasarkan kondisi yang dihadapi *mobile robot*.

Berdasarkan masalah tersebut, menjadi dasar penulis melakukan penelitian yang berjudul **"IMPLEMENTASI METODE FUZZY LOGIC UNTUK SISTEM Pengereman ROBOT MOBILE BERDASARKAN JARAK DAN KECEPATAN"**. Dengan mengembangkan sistem kendali sebagai solusi dan melibatkan 2 variabel input yaitu jarak dan kecepatan, dan penerapan logika fuzzy yang menghasilkan himpunan pengereman sebagai output. Diharapkan dengan adanya himpunan variabel input dan himpunan output dapat menghasilkan pengereman yang lebih optimal sesuai kebutuhan berdasarkan kondisi yang sebenarnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Sistem Kendali Fuzzy Logic

Mobile robot merupakan jenis robot dengan kemampuan berpindah posisi menggunakan roda sebagai penggerak dengan memanfaatkan sumber daya pada sistem yang terdapat didalamnya yang dimana roda tersebut telah di konfigurasi sedemikian rupa dan menyesuaikan dengan sistem kendali untuk menghasilkan gerakan perpindahan robot yang optimal [4]. Sistem kendali berbasis fuzzy logic menjadi metode yang digunakan dalam pembuatan pengereman mobil robot yang deprogram di arduino uno. Arduino adalah salah satu board mikrokontroler berbasis AVR ATmega328 yang memiliki 14 pin I/O digital yang diatur oleh sebuah chip agar rangkaian bias membaca maupun memproses input sehingga menghasilkan output sesuai dengan yang diharapkan [8]. Metode ini diharapkan menghasilkan system pengereman yang akurat dan stabil sesuai

dengan yang diharapkan. Sistem kendali ini digunakan untuk mempermudah dalam menentukan tingkatan pengereman sesuai dengan objek yang dideteksi. Fuzzy logic bekerja dengan mengkombinasikan 2 himpunan input yang kemudian melalui proses fuzzifikasi untuk menentukan besaran output sesuai kebutuhan system kendali.

2.2. Tahapan Penelitian

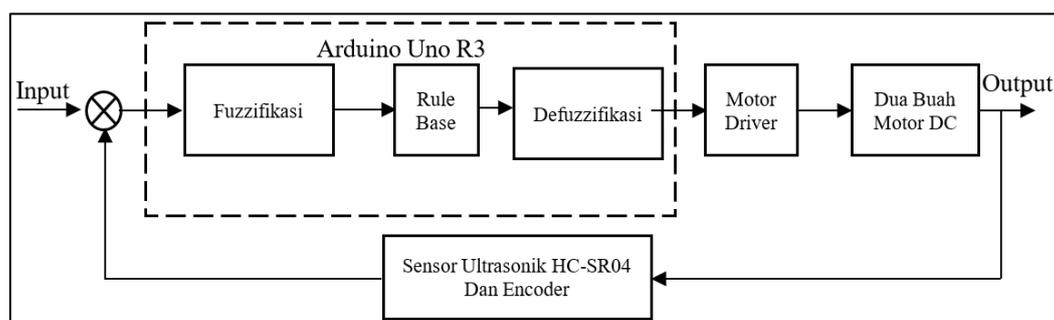
Tahapan awal penelitian ini adalah studi pendahuluan yang dimana penulis melaksanakan tahapan ini dengan studi literature melalui berbagai sumber informasi yang mempelajari maupun membahas mengenai masalah yang berhubungan [9] dengan sistem kendali *fuzzy logic*, terlebih khususnya pada sistem robot beroda, sehingga tahapan ini menjadi dasar bagi penulis dalam melakukan identifikasi masalah yang diteliti.

Tahap berikutnya perancangan sistem dilakukan setelah proses studi literatur menghasilkan dasar bagi penulis dalam menentukan rancangan sistem kendali yang akan digunakan pada *mobile robot* berdasarkan *flowchart* sistem dan berupa perancangan *hardware*. Selanjutnya masuk tahap Perancangan *hardware* dan *flowchart* kemudian diimplementasikan pada *mobile robot* dengan algoritma *fuzzy logic* yang diprogram pada mikrokontroler menggunakan arduino IDE dan atau Matlab.

Kemudian tahap pengujian menjadi bagian penting setelah dilakukannya implementasi sistem kendali menggunakan algoritma *fuzzy logic*. Pada tahapan ini penulis melakukan pengujian dengan meletakkan beberapa objek sebagai penghalang robot untuk mengetahui tingkat keakuratan sistem kendali pengereman robot. Tahap ini juga menjadi bagian evaluasi penulis dalam melakukan perbaikan terhadap sistem untuk kedepannya. Tahapan akhir merupakan pembahasan dari hasil penelitian yang didapat setelah dilakukannya implementasi dan pengujian sistem kendali pada *mobile robot*.

2.3. Perancangan Diagram Blok Sistem

Perancangan blok diagram dilakukan untuk memperjelas dan mempermudah pembuatan alat dan menjadi panduan dasar pembuatan mobil robot berbasis *fuzzy logic*.



Gambar 1 Blok Diagram Sistem Kendali

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa rangkaian proses logika fuzzy secara terurut. Robot akan bekerja membaca kondisi yang berada di depan dengan melakukan proses mengecek kondisi jarak aman dan melakukan pengendalian terhadap kecepatan robot memanfaatkan *fuzzy logic*. Setelah sensor ultrasonik membaca dan meneruskan informasi jarak yang telah dibaca, kemudian data diterima arduino dan diteruskan dengan melakukan proses fuzzifikasi untuk menghasilkan nilai yang disebut dengan istilah defuzzifikasi. Proses ini tentunya mengikuti aturan yang telah diprogram pada sistem atau yang biasa disebut rule base. Nilai Defuzzifikasi tersebut selanjutnya dijabarkan dalam bentuk data analog berupa nilai PWM (*Pulse Width Modulation*). Nilai ini menjadi acuan

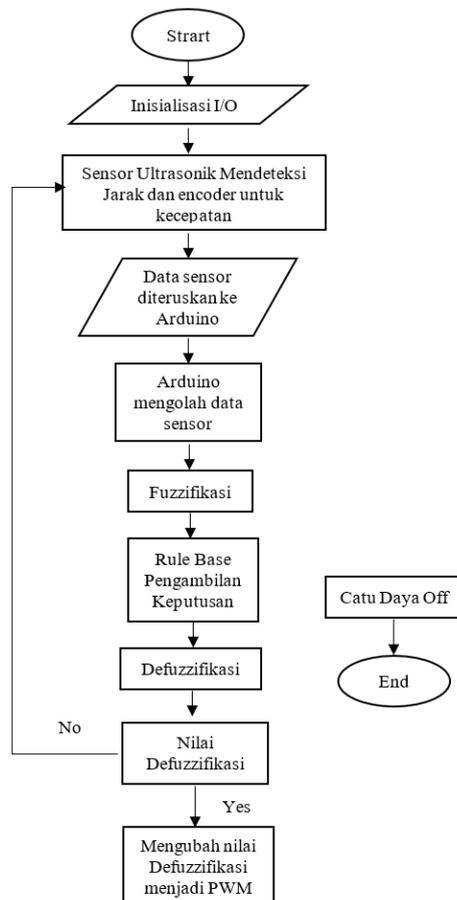
sistem untuk melakukan pengaturan optimasi kecepatan dan pengereman jika terdapat objek penghalang di depan robot.

2.4. Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahap perancangan *software* penulis menjabarkan sistem kendali dalam bentuk *flowchart*. *Flowchart* ini menggambarkan alur proses sistem dalam melakukan instruksi secara terurut. Pada *Flowchart* tersebut terdapat rule base sebagai aturan dasar yang dibuat melalui proses pemrograman sistem. Kemampuan untuk membuat keputusan dari sistem fuzzy terkandung dalam seperangkat aturan. Secara umum, aturan ini intuitif dan berupa pernyataan kualitatif yang ditulis dalam bentuk jika maka, sehingga mudah dipahami [10]. Rule base mencakup kondisi yang telah dibagi untuk proses fuzzifikasi sebagai berikut:

1. Input jarak dibagi menjadi tiga kategori yaitu jauh, sedang dan dekat.
2. Input kecepatan dibagi menjadi tiga kategori yaitu cepat sedang dan pelan
3. Dari input tersebut data diproses oleh arduino melalui fuzzifikasi sehingga menghasilkan output pengereman berupa besaran PWM setelah melewati proses fuzzifikasi yang terdiri dari 3 kondisi nilai yaitu berhenti, lambat, dan sangat lambat

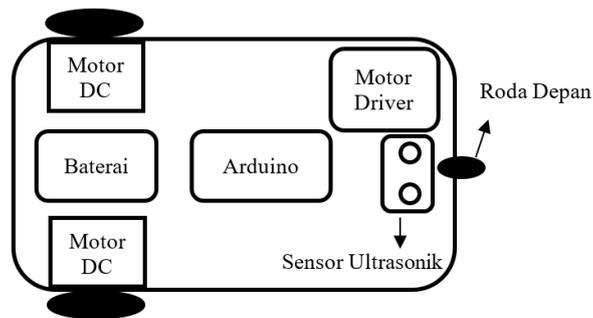
Flowchart sistem kendali *fuzzy logic mobile robot* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Flowchart Sistem Kendali Mobil Robot

2.5. Perancangan Komponen Mobil Robot

Pada tahapan ini penulis melakukan perancangan bentuk robot yaitu letak komponen yang terdapat pada sistem kendali berdasarkan rancangan hardware yang telah dibuat sebelumnya. Perancangan alat ini bertujuan untuk menyesuaikan konfigurasi tata letak yang sesuai dengan implementasi metode ataupun algoritma program yang telah dirancang. Konfigurasi rancangan bentuk robot detailnya dapat dilihat pada gambar 3.



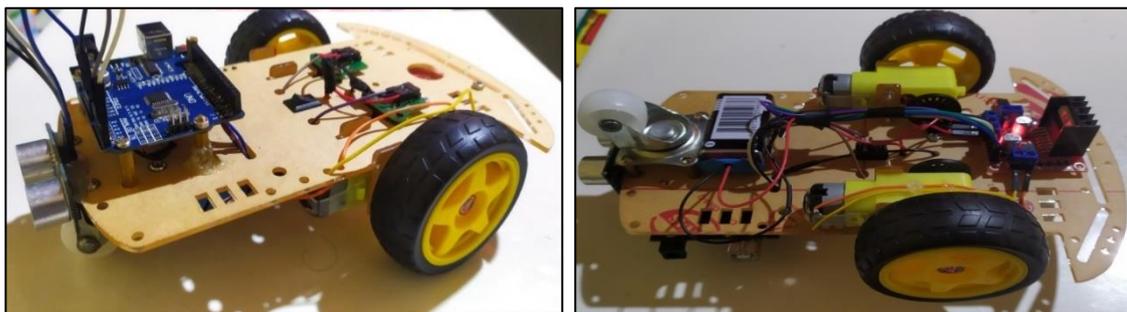
Gambar 3 Rancangan Bentuk Robot

Pada rancangan implementasi *mobile robot* di atas dapat dijabarkan bahwa sensor ultrasonik mendeteksi objek yang berada di depan dan sistem kendali mengukur data jarak dan kecepatan lalu meresponnya dengan melakukan pengereman yang telah dikalkulasi melalui proses fuzzifikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Perangkat Keras Mobil Robot

Rangkaian sistem kendali tentunya didukung komponen perangkat keras yang terdiri dari sensor, mikrokontroler, dan juga aktuator yang terhubung dengan berbagai jenis pin yang tersedia untuk digunakan seperti pada gambar 4. Sedangkan detail rangkaianannya dapat dilihat pada Tabel 1 s.d 3.



Gambar 4 Implementasi Perangkat Keras

Tabel 1 Rangkaian Sensor Ultrasonic Dan Arduino Uno

Sensor Ultrasonik	Arduino Uno
Vcc	5V
Trig	A5
Echo	A4
Gnd	Gnd

Tabel 2 Rangkaian Motor Driver Dan Arduino Uno

Motor Driver	Arduino Uno
Motor A	
enA	10
In1	9
In2	8
Motor B	
enB	5
In3	7
In4	6
Vcc	Vcc

Tabel 3 Rangkaian Motor DC dan Motor Driver

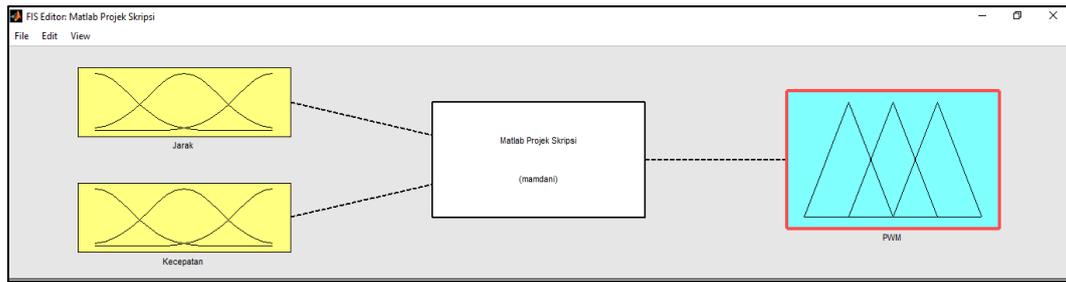
Motor DC	Motor Driver
Motor A	
Kutub +	Out 3
Kutub -	Out 4
Motor B	
Kutub +	Out 1
Kutub -	Out 2

Keterangan:

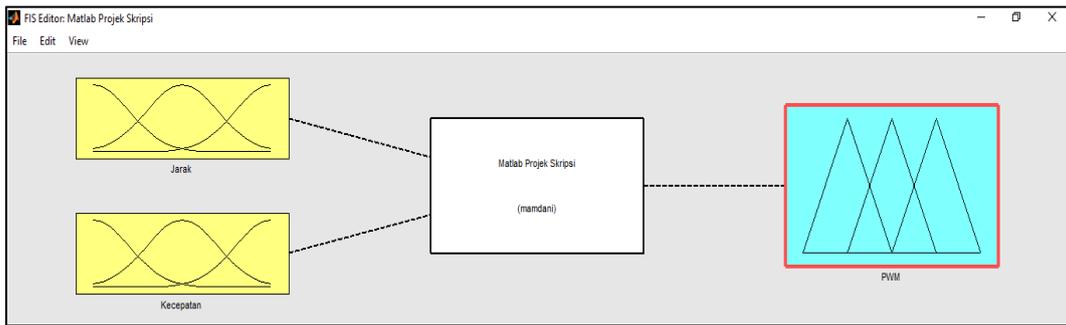
1. Sitem kendali menerima tegangan dari baterai 9v yang dihubungkan ke pin out +12v sebagai suplai tegangan utama.
2. Tegangan pada mikrokontroller bersumber dari baterai/powerbank yang disambungkan. Tegangan ini juga menjadi sumber daya bagi perangkat I/O yang digunakan pada sistem.
3. Sumber tegangan untuk sensor ultrasonik disuplay dari pin vcc 5v pada arduino uno.
4. Motor DC menerima daya dari port output motor driver. Motor A tersambung ke output 3 dan 4, sementara motor B tersambung ke output 1 dan 2.

3.2. Hasil Perangkat Lunak Mobil Robot

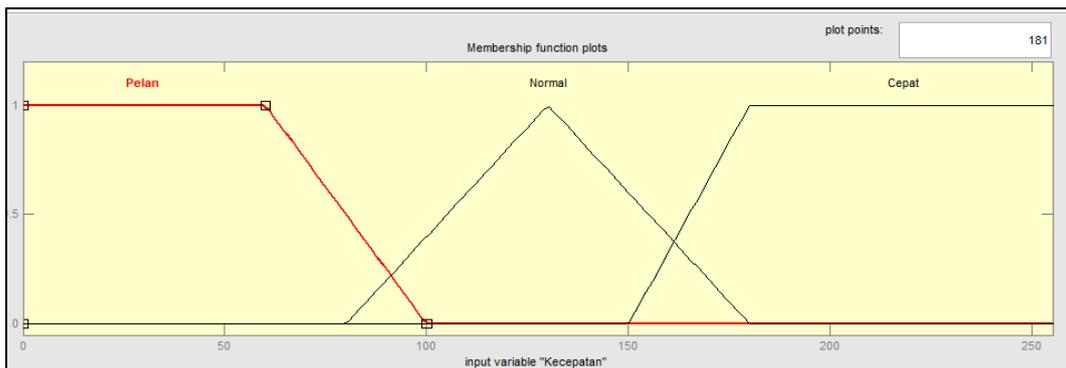
Pengujian terhadap perangkat lunak yang digunakan dilakukan dengan membandingkan hasil fuzzifikasi arduino uno dengan aplikasi simulasi matlab untuk mengetahui keakuratan data yang dihasilkan seperti pada gambar 5 s.d 8 sedangkan rule base dapat dilihat pada gambar 9.



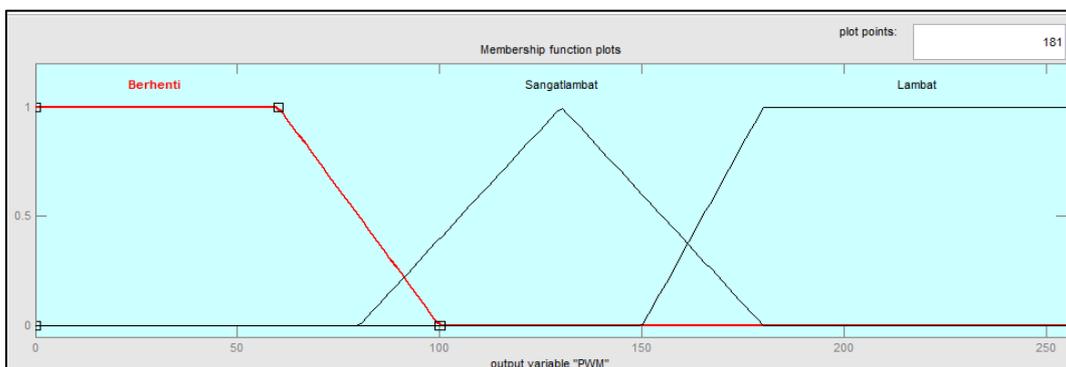
Gambar 5 Fuzzy Logic 2 Input Dan 1 Output



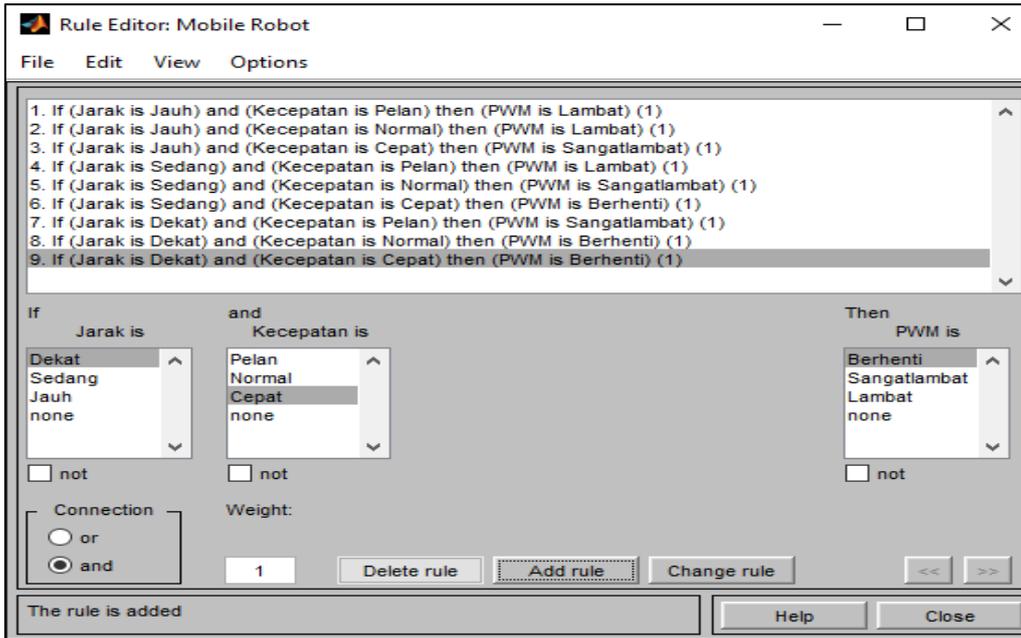
Gambar 6 Himpunan Logika Fuzzy Jarak



Gambar 7 Himpunan Logika Fuzzy Kecepatan



Gambar 8 Himpunan Logika Fuzzy Output PWM



Gambar 9 Rulebase Fuzzy Logic Matlab

Keterangan:

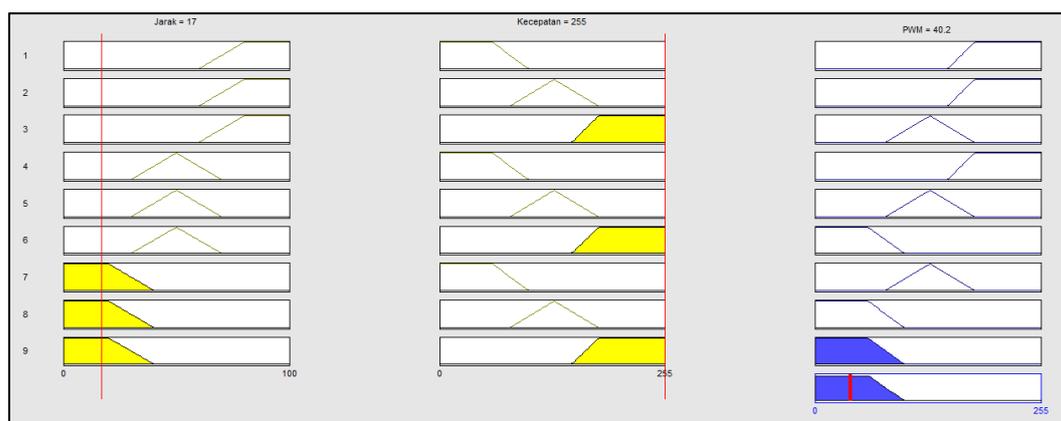
1. Sistem kendali fuzzy logic menggunakan 2 input dan menghasilkan sebuah output.
2. Himpunan Fuzzy logic dikelompokkan dengan menentukan besaran pada masing-masing input dan output
3. Untuk menghasilkan nilai fuzzifikasi dilakukan penambahan rulebase sebagai acuan sistem kendali maupun simulasi fuzzy logic matlab

3.3. Analisa Hasil Sistem Kendali Mobil Robot

Hasil pengujian terhadap sistem kendali pada penelitian ini dinilai cukup berhasil. Hal ini berdasarkan kesesuaian data yang dihasilkan baik menggunakan aplikasi arduino IDE maupun aplikasi Matlab sebagai pembanding. Hasil pengujian sistem kendali dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem Kendali Arduino IDE

No	Input 1 (jarak)	Input 2 (kecepatan)	Output (PWM)
1	17	255	40
2	22	235	41
3	50	155	106
4	66	155	145
5	70	175	142
6	73	255	130
7	80	100	206
8	77	176	140
9	90	215	130
10	100	255	130



Gambar 10 Hasil Fuzzifikasi

Pada gambar 10 menunjukkan sampel penelitian pada percobaan pertama. Berdasarkan perbandingan terhadap 10 pengujian yang dilakukan, penulis mencocokkan data yang dihasilkan arduino maupun simulasi matlab. Tingkat kesamaan data dinilai sangat akurat dengan tingkat perbedaan data keduanya kisaran 1-4%. Hal ini terjadi karena adanya pembulatan angka pada arduino uno, sedangkan pada aplikasi matlab nilai tidak dibulatkan.

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilalui pada setiap tahapannya, maka penulis simpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Proses komunikasi dan pengiriman data input jarak dan kecepatan motor menggunakan sensor bekerja dengan baik. Sensor ultrasonik dan rotary encoder mampu bekerja sesuai fungsi untuk menghasilkan nilai fuzzy.
2. Sistem kendali pengereman mobil robot mampu bekerja dengan optimal berdasarkan logika fuzzy yang ditanamkan pada sistem sehingga robot dapat menyesuaikan besaran gerak motor berdasarkan kondisi dihadapannya.
3. Perbandingan besaran nilai output pada pengujian menggunakan arduino IDE dan simulasi Matlab terdapat beberapa perbedaan data kisaran 1-4%. Namun hal ini tidak terlalu memberikan efek terhadap kinerja mobil robot.
4. Sistem Kendali secara keseluruhan bekerja optimal dan mampu menghasilkan pengereman sesuai kondisi yang dihadapi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sabri, M. and Fauza, A., 2018. *Studi Eksperimental Pemantauan Kondisi Dan Penilaian Analisa Kinematik Pengereman Mobil*. Jurnal Teknik Mesin Indonesia, 12(1), pp.37-43.
- [2] Enggarsasi, U. and Sa'diyah, N.K., 2017. Kajian terhadap faktor-faktor penyebab kecelakaan lalu lintas dalam upaya perbaikan pencegahan kecelakaan lalu lintas. *Perspektif*, 22(3), pp.238-247.
- [3] Jayadi, A., Susanto, T. and Adhinata, F.D., 2021. *Sistem Kendali Proporsional pada Robot Penghindar Halangan (Avoider) Pioneer P3-DX*. Majalah Ilmiah Teknologi

Elektro, 20(1), pp.47-52.

- [4] Rahmat, B.F., Basjaruddin, N.C. and Saefudin, D., 2019, August. *Sistem Penghindar Tabrakan Depan-Belakang Kooperatif Berbasis Logika Fuzzy*. In Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar (Vol. 10, No. 1, pp. 155-161).
- [5] Sulistiani, H., Muludi, K. and Syarif, A., 2021. *Implementation Of Various Artificial Intelligence Approach For Prediction And Recommendation Of Personality Disorder Patient*. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1751, No. 1, p. 012040). IOP Publishing.
- [6] Rossi, F., Sembiring, J.P., Jayadi, A., Putri, N.U. and Nugroho, P., 2021, October. *Implementation of Fuzzy Logic in PLC for Three-Story Elevator Control System*. In 2021 International Conference on Computer Science, Information Technology, and Electrical Engineering (ICOMITEE) (pp. 179-185). IEEE.
- [7] Zulkifli, Z., 2017. *Implementasi Logika Fuzzy Pada Robot Beroda Penghindar Halangan Berbasis Arduino Uno R3* (Doctoral dissertation, Tanjungpura University).
- [8] Ridarmin, R., Fauzansyah, F., Elisawati, E. and Prasetyo, E., 2019. *Prototype Robot Line Follower Arduino Uno Menggunakan 4 Sensor TCRT5000*. Informatika, 11(2), pp.17-23.
- [9] Gunawan, I.K.W., Nurkholis, A., Sucipto, A. and Afifudin, A., 2020. *Sistem Monitoring Kelembaban Gabah Padi Berbasis Arduino*. Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer, 1(1), pp.1-7.
- [10] Muludi, K., Syarif, A. and Wantoro, A., 2021. *Implementation of Fuzzy-based Model for Prediction of Prostate Cancer*. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1751, No. 1, p. 012041). IOP Publishing.